

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **10-084247**

(43)Date of publication of application : **31.03.1998**

(51)Int.Cl. **H03H 9/25**

H03H 9/145

(21)Application number : **08-237877** (71)Applicant : **TOSHIBA CORP**

YAMAGUCHI

MASATSUNE

HASHIMOTO KIYONARI

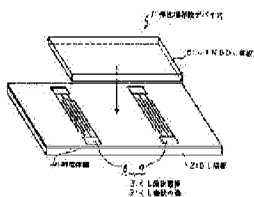
(22)Date of filing : **09.09.1996** (72)Inventor : **MISHIMA NAOYUKI**

YAMAGUCHI

MASATSUNE

HASHIMOTO KIYONARI

(54) **ACOUSTIC BOUNDARY WAVE DEVICE**



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device which has a function equivalent

to a SAW(surface acoustic wave) device and can be easily miniaturized with reduction of its cost by combining an Si substrate with an LiNbO₃ substrate so as to secure the specific cut face and transmission direction.

SOLUTION: A dielectric film 4 having the comb-line grooves 3 is formed on the main side of an Si substrate 2, and these grooves 3 are filled with a conductive material to form a comb-line electrode 5. Then an LiNbO₃ substrate 6 is bonded on the substrate 2 in order to obtain an acoustic boundary wave device. The substrate 2 is combined with the substrate 6 so as to secure a [001] cut face and a <110> transmission direction for the substrate 2 and to secure a 175° rotation cut face and an X transmission direction for the substrate 6 respectively. It's desirable for the substrate 2 to have high resistance of 10Ωcm or more to prevent the DC leakage caused by the electrode 5. The area of the main side of the substrate 6 is smaller than that of the main side of the substrate 2 and includes only an effective area that is necessary at least for transmission of the acoustic boundary wave.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.09.2003

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3702050

[Date of registration] 22.07.2005

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the elastic boundary wave device with which an elastic wave spreads two substrates to lamination and these interfaces, one substrate is an Si substrate of [001] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation, and the substrate of another side is LiNbO₃ of a 175-degree rotation Y cut and X bearing propagation. Elastic boundary wave device characterized by being a substrate.

[Claim 2] It is the elastic boundary wave device with which an elastic wave spreads two substrates to lamination and these interfaces, one substrate is an Si substrate of [001] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation, and the substrate of another side is LiNbO₃ of a 125-degree rotation Y cut and X bearing propagation. Elastic boundary wave device characterized by being a substrate.

[Claim 3] It is the elastic boundary wave device with which an elastic wave spreads two substrates to lamination and these interfaces, one substrate is an Si substrate of [001] cuts and $\langle 100 \rangle$ bearing propagation, and the substrate of another side is LiNbO₃ of a 133-degree rotation Y cut and X bearing propagation. Elastic boundary wave device characterized by being a substrate.

[Claim 4] It is the elastic boundary wave device with which an elastic wave

spreads two substrates to lamination and these interfaces, one substrate is an Si substrate of [001] cuts and $\langle 100 \rangle$ bearing propagation, and the substrate of another side is LiNbO₃ of a 175-degree rotation Y cut and X bearing propagation. Elastic boundary wave device characterized by being a substrate.

[Claim 5] It is the elastic boundary wave device with which an elastic wave spreads two substrates to lamination and these interfaces, one substrate is an Si substrate of [110] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation, and the substrate of another side is LiNbO₃ of a 19-degree rotation Y cut and X bearing propagation. Elastic boundary wave device characterized by being a substrate.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the device adapting the elastic boundary wave which spreads two sorts of different solid-states to lamination and these interfaces, and relates to the elastic boundary wave device which used Si substrate for one solid-state at the piezoelectric ingredient and another solid-state.

[0002]

[Description of the Prior Art] The surface acoustic wave device (SAW device: Surface Acoustic Wave Device) is known as one of the devices adapting an elastic wave better than before. This SAW device is used for the various circuits in the equipment which processes the radio signal in a 45MHz - 2GHz frequency band, for example, the band pass filter for transmission, the band pass filter for reception, the filter from a station, an antenna common machine, an IF filter, an FM modulator, etc.

[0003] The fundamental configuration of this SAW device is shown in drawing 14 . it is shown in this drawing -- as -- a SAW device -- LiNbO₃ etc. -- the sinking comb-like electrodes (IDT:Interdigital Transducer) 101 and 102 into which metallic materials, such as aluminum thin film, were processed by etching etc. are formed on the piezoelectric substrate 100, and it is constituted. And SAW103 will be excited by piezoelectric substrate 100 front face if the electrical signal of a RF is impressed to IDT101. Excited SAW103 spreads piezoelectric substrate 100 front face, reaches IDT102, and is again changed into an electrical signal in IDT102.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, a SAW device needs to make the free surface the front face of the piezoelectric substrate which is a propagation medium, in order to use the elastic wave which spreads a solid-state front face, a vacuum, or a gaseous interface, i.e., a solid-state front face. Therefore, in a SAW device, a chip cannot be covered by plastics mold which is used, for example for the package of a semi-conductor, but it is necessary to prepare the centrum for securing the free surface in the interior of a package. However, when it is made the structure which prepared the centrum in the interior of a package, there is a problem that a device becomes comparatively at an expensive price and large-sized.

[0005] This invention copes with this situation, has a function equivalent to a SAW device, and aims at a miniaturization and a cost cut offering an easy elastic

boundary wave device.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, an elastic wave spreads two substrates to lamination and these interfaces, and the elastic boundary wave device of this invention uses one substrate as Si substrate, and it is the substrate of another side LiNbO₃. It is considered as the substrate and these substrates were made into the combination which has the following cut sides and propagation bearings.

[0007]

(1) Si substrate : [001] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 175-degree rotation Y cut and X bearing propagation (2) Si substrate : [001] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 125-degree rotation Y cut and X bearing propagation (3) Si substrate : [001] cuts and $\langle 100 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 133-degree rotation Y cut and X bearing propagation (4) Si substrate : [001] cuts and $\langle 100 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 175-degree rotation Y cut and X bearing propagation (5) Si substrate : [110] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation A LiNbO₃:19° rotation Y cut and X bearing propagation, i.e., an elastic boundary wave, are the elastic waves which spread the interface between two sorts of solid-states. The theoretical examination about existence of this elastic boundary wave is "theoretical examination of SUTONRI wave which spreads interface of ZnO and glass" (***** C) J65-C of Shimizu, Irino, etc., 11, and pp.883-890. It is dealt with. In this paper, in order to excite an elastic wave to either at least among two sorts of solid-states, ZnO and another side whose one side of two sorts of solid-states is piezoelectric material have piezoelectric, and although the case of the combination of glass is dealt with, if the wave which the energy of an elastic wave concentrates and spreads to the interface of two sorts of solid-states exists, they can realize an elastic boundary wave device.

[0008] this invention person etc. is newly Si substrate and LiNbO₃. It found out that an elastic boundary wave existed in the interface which made the substrate rival in the propagation analysis of an elastic wave.

[0009] The analysis result is shown in drawing 4 , drawing 5 , and drawing 6 .

[0010] this analysis -- Si substrate -- [001] cuts -- using -- propagation bearing of a boundary wave -- $\langle 100 \rangle$ of Si substrate or $\langle 110 \rangle$, and LiNbO₃ the case where chi shaft of a substrate is in agreement -- LiNbO₃ It asked for the phase velocity, propagation loss, and electromechanical coupling coefficient (k^2 : conversion efficiency from an electrical signal to an elastic boundary wave) of an elastic boundary wave by numerical analysis by making cut bearing of a substrate into a parameter. Drawing 4 is [a propagation loss and drawing 6 of phase velocity and drawing 5] the analysis results of an electromechanical coupling coefficient.

[0011] From this analysis result to Si[001] cut $\langle 110 \rangle$ propagation / 175° Y-chi LiNbO₃ A propagation loss k^2 at about zero in combination. It turns out that 11.6% and a large elastic boundary wave are obtained.

[0012] Moreover, Si[001] cut $\langle 110 \rangle$ propagation / 125° Y-X LiNbO₃, Si[001] cut $\langle 100 \rangle$ propagation / 133° Y-chi LiNbO₃, Si[001] cut $\langle 100 \rangle$ propagation / 175° Y-X LiNbO₃ It also turned out that a propagation loss is set to about 0 also in combination.

[0013] Furthermore, drawing is Si[111] cut $\langle 110 \rangle$ propagation / 19-degree Y-X, although omitted. Phase velocity in the combination of LiNbO₃ 4.615 m/s and loss are k^2 at about zero. It turned out that the elastic boundary wave used as 9.8% is obtained.

[0014] This invention is using Si substrate of the above-mentioned combination, and LiNbO₃ based on this analysis result, and enables propagation of the elastic boundary wave in these interfaces. a function equivalent to a SAW device by this -- having -- plastics mold etc. -- a chip -- a direct wrap -- the elastic boundary wave device which can also carry other components [things are possible and] which can be further manufactured with the application of a semi-conductor process as it is, such as an active component, is realizable.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is

explained based on drawing.

[0016] Drawing 1 - drawing 3 are drawings showing the configuration of the elastic boundary wave device concerning 1 operation gestalt of this invention, and drawing 1 is [a front view and drawing 3 of a decomposition perspective view and drawing 2] the A-A view top views of drawing 2 .

[0017] As shown in these drawings, this elastic boundary wave device 1 embeds a conductive ingredient in that slot 3, and forms the sinking comb-like electrode 5 while it forms the dielectric film 4 which has the sinking comb-like slot 3 on the principal plane of the Si substrate 2, and it is LiNbO₃ on it. A substrate 6 is made to rival and it is constituted.

[0018] The Si substrate 2 is not what lowered specific resistance as n-mold and a p-mold intentionally as usually used for the semiconductor integrated circuit, and in order to prevent the direct-current-leakage by the sinking comb-like electrode 5, it is desirable that it is high resistance more than 10-ohmcm.

[0019] LiNbO₃ The area of the principal plane of a substrate 6 is smaller than the area of the principal plane of the Si substrate 2. For example, LiNbO₃ What is necessary is to stick the principal plane of a substrate 6 only on an effective field required in order that an elastic boundary wave may spread at worst. It is possible for this to carry other components, such as an active component mentioned later, in an exposure 7 among the principal planes of the Si substrate 2. Moreover, LiNbO₃ Since the substrate 6 is comparatively expensive compared with the Si substrate 2, it can lessen a piezo electric crystal substrate ingredient, and can aim at a cost cut. However, LiNbO₃ It is also possible to make the same area of the principal plane of a substrate 6 and area of the principal plane of the Si substrate 2, and it is LiNbO₃. It is also possible to make area of the principal plane of a substrate 6 larger than the area of the principal plane of the Si substrate 2.

[0020] As mentioned already, they are the Si substrate 2 and LiNbO₃. Either is adopted among the combination which has the cut side and propagation bearing of the following [substrate / 6].

[0021]

(1) Si substrate : [001] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 175-degree rotation Y cut and X bearing propagation (2) Si substrate : [001] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 125-degree rotation Y cut and X bearing propagation (3) Si substrate : [001] cuts and $\langle 100 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 133-degree rotation Y cut and X bearing propagation (4) Si substrate : [001] cuts and $\langle 100 \rangle$ bearing propagation LiNbO₃ : A 175-degree rotation Y cut and X bearing propagation (5) Si substrate : [110] cuts and $\langle 110 \rangle$ bearing propagation A LiNbO₃:19° rotation Y cut and X bearing propagation dielectric film 4 are SiO₂. It is used. It is SiO₂ only at this oxidizing the principal plane of the Si substrate 2. It becomes possible to form. However, you may make it dare form other dielectric films 4.

[0022] As for the sinking comb-like electrode 5, aluminum is used. However, it is also possible to use other conductive ingredients. The sinking comb-like electrode 5 is constituted by the sinking comb-like electrode 8 of a pair with which it counters for excitation, and the sinking comb-like electrode 9 of a pair with which it counters for reception. However, two or more these electrodes may be prepared, respectively. Moreover, a reflector may be prepared so that these electrodes other than the sinking comb-like electrode 5 may be inserted, for example. Furthermore, you may make it form acoustic material so that these electrodes may be inserted in addition to such an electrode, for example.

Although the elastic boundary wave device concerning this invention is replaced with and used for the conventional SAW device in short and it is used for a filter, the delay line, a resonator, an oscillator, the circuit for analog signal processing, an amplifier, KOMBARUBA memory, etc., according to these applications, a specification, etc., the design change of the configuration of sinking comb-like electrode 5 grade is carried out suitably.

[0023] Next, the manufacture approach of this elastic boundary wave device is explained.

[0024] Drawing 7 is drawing for explaining 1 operation gestalt concerning the

manufacture approach.

[0025] First, it is for example, thermal oxidation processing on the Si substrate 70. SiO₂ film 71 of about 0.1-2 micrometers is formed (drawing 7 (a)).

[0026] Next, SiO₂ As opposed to the film 71, patterning of the sinking comb-like slot 72 is carried out by CDEpsilon (Chemical Dry Etching) (drawing 7 (b)).

[0027] Next, SiO₂ The aluminum film 73 is fabricated by the sputter so that a film 71 top may be covered (drawing 7 (c)).

[0028] Next, it is alphas film 73 front face SiO₂ It grinds until the film appears (drawing 7 (d)).

[0029] Thereby, it is SiO₂. The electrode (sinking comb-like electrode 74) which embedded alphas in the slot 72 of the film 71 is constituted.

[0030] Next, SiO₂ The principal plane and LiNbO₃ of the Si substrate 70 in which it solved film 71 and the dentate electrode 74 was formed Both front face is hydroxyl-group-ized by carrying out surface treatment of the principal plane of a substrate 75 for example, with peroxidation aqueous ammonia (drawing 7 (e)).

[0031] Next, the principal plane of the Si substrate 70 and LiNbO₃ The principal plane of a substrate 75 is made to opposite-**, and it is abbreviation. It heats at 300 degrees C for about 1 to 2 hours (drawing 7 (f)).

[0032] The Si substrate 70 and LiNbO₃ which the OH radicals shown in two sorts of substrate front faces by this heat treatment join together, and H₂O separates, and are a dissimilar material A substrate 75 is directly joinable. In addition, whenever [stoving temperature] is abbreviation preferably. Although it is 300 degrees C, it can consider as for 100-1000 degrees C. It is because the reaction which OH radicals combine below 100 degrees C is not produced and it may have a thermal bad influence on an element member above 1000 degrees C.

[0033] thus, the direct junction between dissimilar materials is possible -- :, such as Eda, -- "direct junction of piezoelectric material" Shingaku Giho US95-24.epsilonMD95- it is reported also to 20, CPM95-32. (1995-07), and pp.31-38. Si substrate and LiNbO₃ A substrate can be easily joined, as it is in said Eda's etc. report also by approaches other than the above.

[0034] In the elastic boundary wave device formed through the above production process, since it can go away since a boundary wave is excited, and the tooth-form electrode 74 can be formed on the Si substrate 70, the manufacturing technology of the usual semiconductor device can be diverted to some other purpose as it is.

[0035] In addition, with the above-mentioned manufacture approach, it is SiO₂. It is SiO₂ although the example which solves film 71 and forms the dentate electrode 74 in the Si substrate 70 beforehand was shown. It solves film 71 and is LiNbO₃ about the dentate electrode 74. It can form beforehand on a substrate 75 and the elastic boundary wave device of the same structure can be manufactured also by the approach of sticking the Si substrate 70 and directly.

[0036] Moreover, the configuration approach of others of the sinking comb mold electrode in the elastic boundary wave device of this invention is shown in drawing 8 .

[0037] First, it is processing of ion milling etc. on the Si substrate 80. About 0.1-2 micrometers goes away, and the gear-tooth-like slot 81 is formed (drawing 8 (a)).

[0038] Next, the aluminum film 82 is formed by the spatter on the Si substrate 80 so that a slot 81 may be covered (drawing 8 (b)).

[0039] Next, the front face of the aluminum film 82 is ground until Si substrate 80 front face appears (drawing 8 (c)).

[0040] Thereby, the electrode (sinking comb-like electrode 83) which embedded alphas in the slot 81 of Si substrate 80 front face is constituted.

[0041] Next, the example which carried other components, such as an active component, in Si substrate is shown.

[0042] Drawing 9 is LiNbO₃ so that the example may be shown, a sinking comb-like electrode (not shown) may be formed in the 1st field 121 of Si substrate 120 principal plane and this may be covered. A substrate 122 is stretched. The integrated circuit 124 is formed in the 2nd field 123 which is an exposed region of Si substrate 120 principal plane. Functional devices, such as a programmable filter circuit component, can consist of one chips now thereby, for example.

[0043] Drawing 10 and drawing 11 show the example which mounted the elastic boundary wave device shown in drawing 9 on the printed wired board, respectively.

[0044] As shown in drawing 10, the bonding pad 134 is formed in the 2nd field 133 of Si substrate 132 principal plane of the elastic boundary wave device 131. This elastic boundary wave device 131 is carried in the position on a printed wired board 135, and the bonding pad 134 of the elastic boundary wave device 131 and the bonding pad 136 prepared in the position on a printed wired board 135 are connected by the bonding wire 137. And the resin seal 138 is carried out with polyimide, an epoxy resin, etc. so that these may be covered.

[0045] Moreover, drawing 11 is another example, and as shown in this drawing, the through hole 144 which leads to the pad 143 on the back from the principal plane circuit section is formed in the Si substrate 142 of the elastic boundary wave device 141. This elastic boundary wave device 141 is carried in the position on a printed wired board 145, and the pad 143 of the elastic boundary wave device 141 and the pad 146 prepared in the position on a printed wired board 145 are being connected by the bump 147. And the resin seal 148 is carried out with polyimide, an epoxy resin, etc. so that these may be covered.

[0046] The elastic boundary wave device concerning this invention is used for a filter, the delay line, a resonator, an oscillator, the circuit for analog signal processing, an amplifier, KOMBARUBA memory, etc. And the filter equipped with these elastic boundary wave devices, the delay line, a resonator, etc. are used for a cellular phone, PHS, TV, etc.

[0047] Drawing 12 is the block diagram showing the configuration of mobile communication devices, such as a cellular phone and PHS. As shown in this drawing, the received wave received through the antenna 151 is separated into a receiving system by the antenna common machine 152. After the separated input signal is amplified with amplifier 153, a desired band is extracted by the band pass filter 154 for reception, and it is inputted into a mixer 155. The station dispatch number oscillated with the PLL oscillator 156 is inputted into the mixer

155 through the filter 157 from a station. The output of a mixer 155 is outputted as a receiving sound from a loudspeaker 160 through IF filter 158 and FM demodulator 159. On the other hand, the transmission sound inputted from the microphone 161 is inputted into a mixer 163 through FM modulator 162. The station dispatch number oscillated with the PLL oscillator 164 is inputted into the mixer 163. The output of a mixer 163 is outputted as a transmission wave from an antenna 151 through the band pass filter 165 for transmission, power amplification 166, and the antenna common machine 152.

[0048] The elastic boundary wave device concerning this invention can be used for each part of this migration communication device. For example, the elastic boundary wave device concerning this invention is used for the band pass filter 165 for transmission, the band pass filter 154 for reception, the filter 157 from a station, and the antenna common machine 152 as a filter of RF stage. The elastic boundary wave device concerning this invention is used for IF filter 158 as a filter of IF stage of a narrow-band indispensable to a channel channel selection. The elastic boundary wave device concerning this invention is used for FM modulator 162 as a resonator in audio FM modulation.

[0049] The elastic boundary wave device concerning this invention can be used for the oscillator circuit of the RF modulator used for VTR or CATV etc. The circuitry is shown in drawing 13 . One chip can constitute this oscillator circuit from forming the sinking comb-like electrode 167 in the 1st field 121 of Si substrate 120 principal plane shown in drawing 9 , and forming the circuit section 168 in the 2nd field 123.

[0050]

[Effect of the Invention] according to [as explained in full detail above] the elastic boundary wave device of this invention -- a function equivalent to a SAW device -- having -- plastics mold etc. -- a chip -- a direct wrap -- it also becomes possible to carry other components [things are possible and] which can be further manufactured with the application of a semi-conductor process as it is,

such as an active component, and it becomes easy a miniaturization and to cut down the cost it.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the decomposition perspective view showing the configuration of the elastic boundary wave device concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the front view of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the A-A view top view of drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the analysis result of the phase velocity of the elastic boundary wave concerning this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the analysis result of the propagation loss of the elastic boundary wave concerning this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the analysis result of the electromechanical coupling coefficient of the elastic boundary wave concerning this invention.

[Drawing 7] It is process drawing for explaining 1 operation gestalt concerning the manufacture approach of the elastic boundary wave device of this invention.

[Drawing 8] It is process drawing showing other configuration approaches of the

sinking comb mold electrode in the elastic boundary wave device of this invention.
It is the front view showing other operation gestalten of the elastic boundary wave device of this invention.

[Drawing 9] It is the perspective view showing other operation gestalten of the elastic boundary wave device of this invention.

[Drawing 10] It is the front view showing the example which mounted the elastic boundary wave device of this invention on the printed wired board.

[Drawing 11] It is the front view showing other examples which mounted the elastic boundary wave device of this invention on the printed wired board.

[Drawing 12] It is the block diagram showing the configuration of the mobile communication device with which the elastic boundary wave device of this invention is used.

[Drawing 13] It is the circuit diagram of the oscillator circuit of the RF modulator with which the elastic boundary wave device of this invention is used.

[Drawing 14] It is the perspective view showing the fundamental configuration of a SAW device.

[Description of Notations]

1 Elastic Boundary Wave Device

2 1st Substrate

3 Sinking Comb-like Slot

4 Dielectric Film

5 Sinking Comb-like Electrode

6 LiNbO₃ Substrate

7 Exposure

[Translation done.]

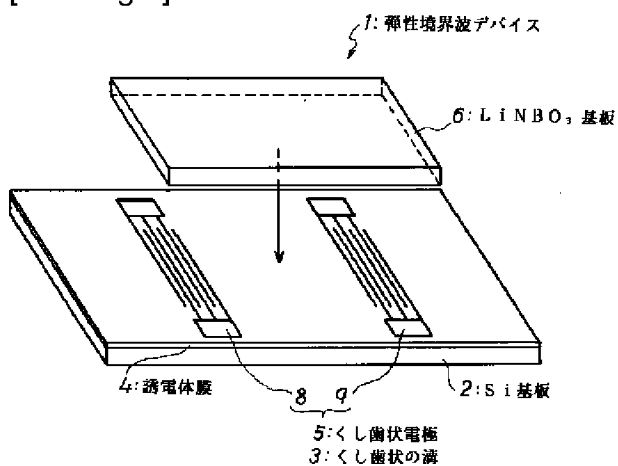
* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

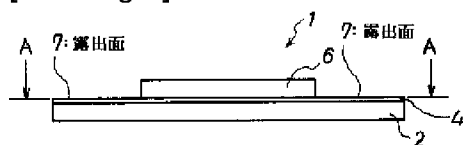
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

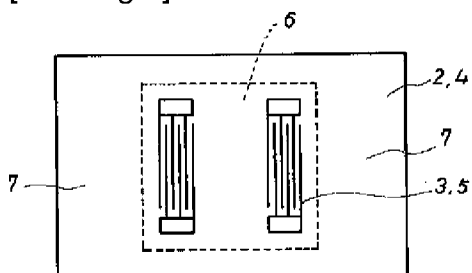
[Drawing 1]



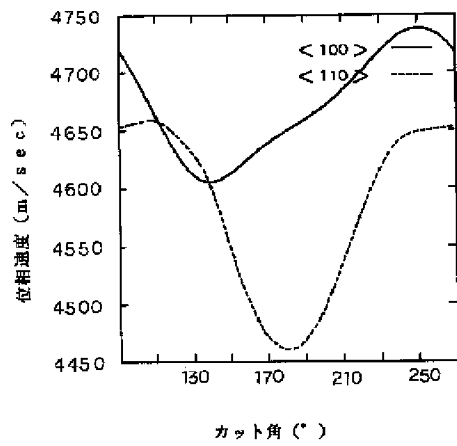
[Drawing 2]



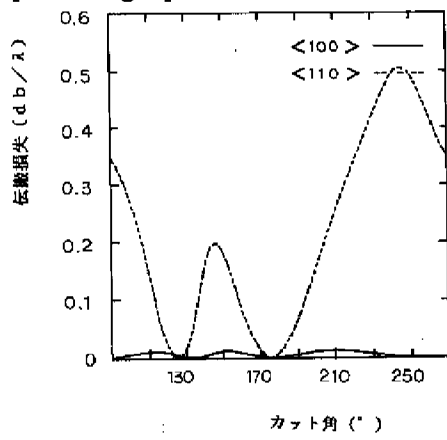
[Drawing 3]



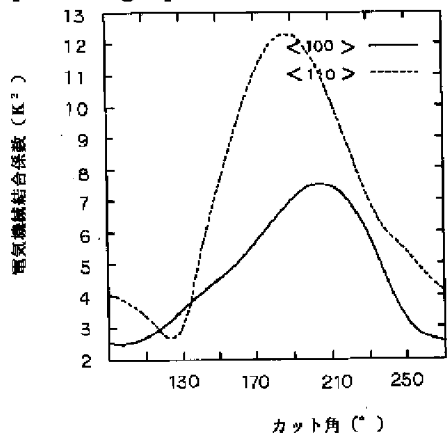
[Drawing 4]



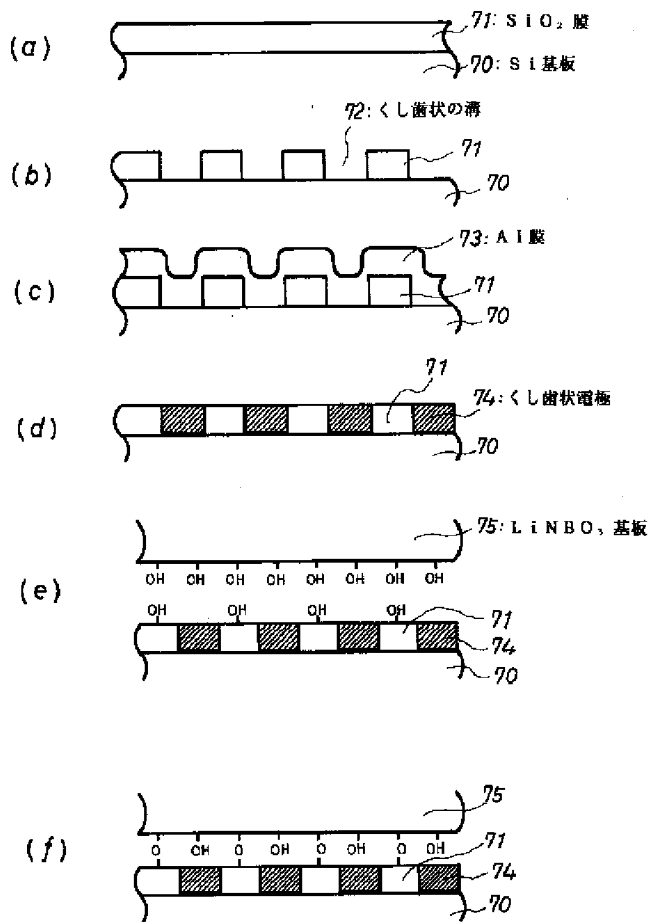
[Drawing 5]



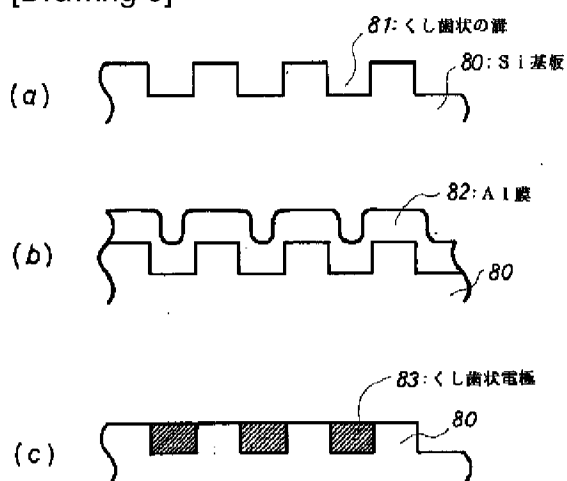
[Drawing 6]



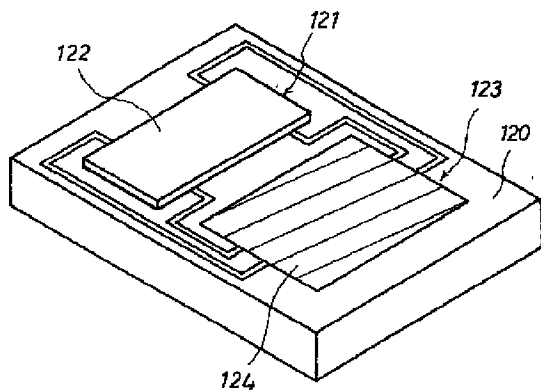
[Drawing 7]



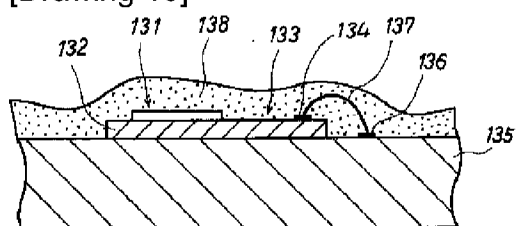
[Drawing 8]



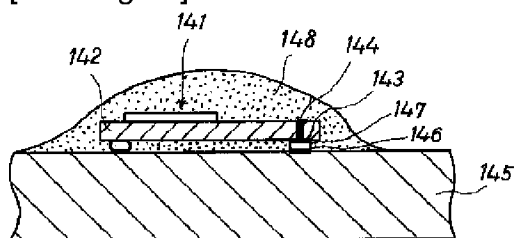
[Drawing 9]



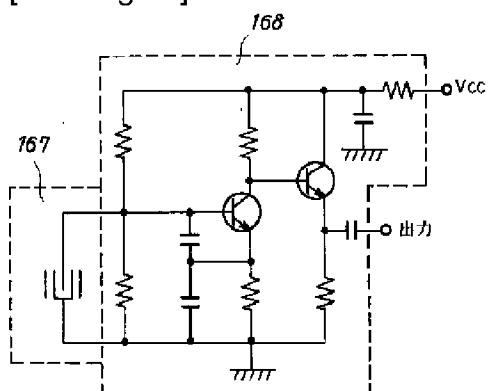
[Drawing 10]



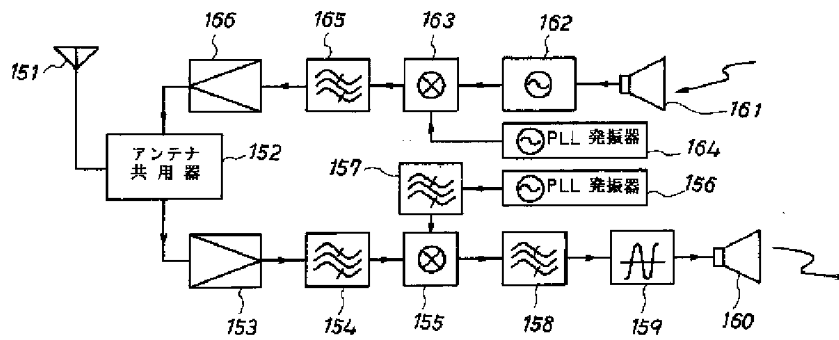
[Drawing 11]



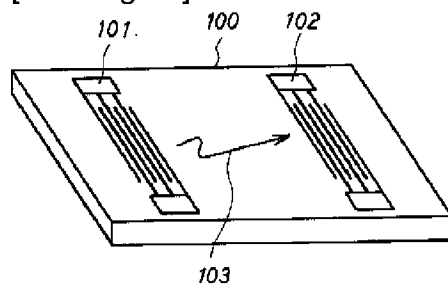
[Drawing 13]



[Drawing 12]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-84247

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 9/25		7259-5 J	H 0 3 H 9/25	C
9/145		7259-5 J	9/145	C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-237877

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月9日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 596132134

山口 正恆

千葉県佐倉市宮ノ台3-10-4

(71) 出願人 596132145

橋本 研也

千葉県船橋市二和西4-31-1-411

(72) 発明者 三島 直之

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

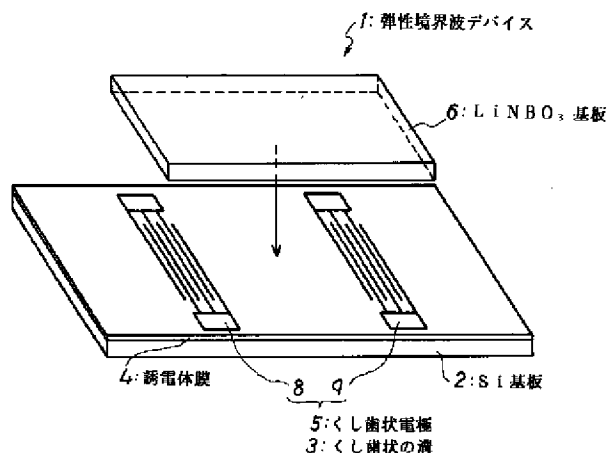
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性境界波デバイス

(57) 【要約】

【課題】 SAWデバイスと同等の機能を有し、小型化が容易でかつコストダウンが容易な弾性境界波デバイスの提供。

【解決手段】 弾性境界波デバイス1は、[001]カットかつ<110>方位伝搬のSi基板2の主面上にくし歯状の溝3を有する誘電体膜4を形成すると共にその溝3に導電性材料を埋め込んでくし歯状電極5を形成し、その上に175°回転YカットかつX方位伝搬のLiNbO₃基板6を張り合わせて構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2枚の基板を張り合わせ、これらの境界面に弾性波が伝搬する弾性境界波デバイスであって、一方の基板が、 $[001]$ カットかつ $\langle 110 \rangle$ 方位伝搬のSi基板であり、

他方の基板が、 175° 回転YカットかつX方位伝搬の LiNbO_3 基板であることを特徴とする弾性境界波デバイス。

【請求項2】 2枚の基板を張り合わせ、これらの境界面に弾性波が伝搬する弾性境界波デバイスであって、一方の基板が、 $[001]$ カットかつ $\langle 110 \rangle$ 方位伝搬のSi基板であり、

他方の基板が、 125° 回転YカットかつX方位伝搬の LiNbO_3 基板であることを特徴とする弾性境界波デバイス。

【請求項3】 2枚の基板を張り合わせ、これらの境界面に弾性波が伝搬する弾性境界波デバイスであって、一方の基板が、 $[001]$ カットかつ $\langle 100 \rangle$ 方位伝搬のSi基板であり、

他方の基板が、 133° 回転YカットかつX方位伝搬の LiNbO_3 基板であることを特徴とする弾性境界波デバイス。

【請求項4】 2枚の基板を張り合わせ、これらの境界面に弾性波が伝搬する弾性境界波デバイスであって、一方の基板が、 $[001]$ カットかつ $\langle 100 \rangle$ 方位伝搬のSi基板であり、

他方の基板が、 175° 回転YカットかつX方位伝搬の LiNbO_3 基板であることを特徴とする弾性境界波デバイス。

【請求項5】 2枚の基板を張り合わせ、これらの境界面に弾性波が伝搬する弾性境界波デバイスであって、一方の基板が、 $[110]$ カットかつ $\langle 110 \rangle$ 方位伝搬のSi基板であり、

他方の基板が、 19° 回転YカットかつX方位伝搬の LiNbO_3 基板であることを特徴とする弾性境界波デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2種の異なる固体を張り合わせ、これらの境界面に伝搬する弾性境界波を応用したデバイスに係り、一方の固体に圧電性材料、もう一方の固体にSi基板を用いた弾性境界波デバイスに関する。

【0002】

- (1) Si基板 : $[001]$ カットかつ $\langle 110 \rangle$ 方位伝搬
 LiNbO_3 : 175° 回転YカットかつX方位伝搬
- (2) Si基板 : $[001]$ カットかつ $\langle 110 \rangle$ 方位伝搬
 LiNbO_3 : 125° 回転YカットかつX方位伝搬
- (3) Si基板 : $[001]$ カットかつ $\langle 100 \rangle$ 方位伝搬
 LiNbO_3 : 133° 回転YカットかつX方位伝搬

【従来の技術】弾性波を応用したデバイスの1つとして弾性表面波デバイス(SAWデバイス: Surface Acoustic Wave Device)が以前よりよく知られている。このSAWデバイスは、例えば45MHz~2GHzの周波数帯域における無線信号を処理する装置における各種回路、例えば送信用バンドパスフィルタ、受信用バンドパスフィルタ、局発フィルタ、アンテナ共用器、IFフィルタ、FM変調器等に用いられる。

【0003】図14にこのSAWデバイスの基本的構成を示す。同図に示すようにSAWデバイスは、 LiNbO_3 等の圧電性基板100上にA1薄膜等の金属材料をエッチング等により加工したくし歯状電極(IDT: Interdigital Transducer)101、102を設けて構成される。そして、IDT101に高周波の電気信号が印加されると圧電性基板100表面にSAW103が励振される。励振されたSAW103は、圧電性基板100表面を伝搬してIDT102に達し、IDT102において再び電気信号に変換される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、SAWデバイスは、固体表面と真空または気体の境界面、すなわち固体表面を伝搬する弾性波を利用するために伝搬媒体である圧電性基板の表面を自由表面とする必要がある。従って、SAWデバイスにおいては、例えば半導体のパッケージに使用されるようなプラスチックモールドでチップを覆うことができず、パッケージ内部に自由表面を確保するための中空部を設ける必要がある。しかしながら、パッケージ内部に中空部を設けた構造にすると、デバイスが比較的高価かつ大型になるという問題がある。

【0005】本発明は、かかる事情に対処し、SAWデバイスと同等の機能を有し、小型化及びコストダウンが容易な弾性境界波デバイスを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、本発明の弾性境界波デバイスは、2枚の基板を張り合わせ、これらの境界面に弾性波が伝搬するものであって、一方の基板をSi基板とし、他方の基板を LiNbO_3 基板とし、かつこれらの基板を以下のカット面と伝搬方位を有する組み合わせとした。

【0007】

- (4) Si基板 : [001] カットかつ<100>方位伝搬
 LiNbO₃ : 175° 回転YカットかつX方位伝搬
 (5) Si基板 : [110] カットかつ<110>方位伝搬
 LiNbO₃ : 19° 回転YカットかつX方位伝搬

すなわち弾性境界波は2種の固体間の境界面を伝搬する弾性波であり、この弾性境界波の存在に関する理論的な検討は、例えば清水、入野等の「ZnOとガラスの境界面を伝搬するストンリー波の理論的検討」学信論

(C), J65-C, 11, pp. 883-890 により取り扱われている。この論文では、2種の固体の一方は圧電材料であるZnO、もう一方はガラスの組み合わせの場合が取り扱われているが、2種の固体のうち少なくともどちらか一方に弾性波を励振するために圧電性があり2種の固体の境界面に弾性波のエネルギーが集中して伝搬する波が存在すれば弾性境界波デバイスを実現することができる。

【0008】本発明者等は、新たにSi基板とLiNbO₃基板を張り合わせた界面に弾性境界波が存在することを弾性波の伝搬解析により見出した。

【0009】図4、図5及び図6にその解析結果を示す。

【0010】この解析では、Si基板に[001]カットを用い、境界波の伝搬方位がSi基板の<100>もしくは<110>とLiNbO₃基板のX軸が一致する場合についてLiNbO₃基板のカット方位をパラメータとして弾性境界波の位相速度、伝搬損失及び電気機械結合係数(k^2 : 電気信号から弾性境界波への変換効率)を数値解析により求めた。図4は位相速度、図5は伝搬損失、図6は電気機械結合係数の解析結果である。

【0011】この解析結果から、Si[001]カット<110>伝搬/175°Y-X LiNbO₃の組み合わせで伝搬損失がほぼ0で k^2 も11.6%と大きい弾性境界波が得られることが分かる。

【0012】また、Si[001]カット<110>伝搬/125°Y-X LiNbO₃、Si[001]カット<100>伝搬/133°Y-X LiNbO₃、Si[001]カット<100>伝搬/175°Y-X LiNbO₃の組み合わせでも伝搬損失がほぼ0となることも分かった。

【0013】更に、図は省略するがSi[111]カット<110>伝搬/19°Y-X LiNbO₃の組み合わせで位相速度が4.615m/s、損失がほぼ0で K^2 が9.8%となる弾性境界波が得られることが分かった。

【0014】本発明は、かかる解析結果に基づき上記組み合わせのSi基板とLiNbO₃とを用いることで、

- (1) Si基板 : [001] カットかつ<110>方位伝搬
 LiNbO₃ : 175° 回転YカットかつX方位伝搬
 (2) Si基板 : [001] カットかつ<110>方位伝搬
 LiNbO₃ : 125° 回転YカットかつX方位伝搬
 (3) Si基板 : [001] カットかつ<100>方位伝搬
 LiNbO₃ : 133° 回転YカットかつX方位伝搬

これらの境界面での弾性境界波の伝搬を可能とするものである。これにより、SAWデバイスと同等の機能を有し、プラスチックモールド等でチップを直接覆うことが可能で、さらに半導体プロセスをそのまま適用して製造することが可能でかつアクティブ素子等の他の素子を搭載することも可能な弾性境界波デバイスを実現できる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図に基づいて説明する。

【0016】図1～図3は本発明の一実施形態に係る弾性境界波デバイスの構成を示す図であって、図1は分解斜視図、図2は正面図、図3は図2のA-A矢視平面図である。

【0017】これらの図に示すように、この弾性境界波デバイス1は、Si基板2の主面上にくし歯状の溝3を有する誘電体膜4を形成すると共にその溝3に導電性材料を埋め込んでくし歯状電極5を形成し、その上にLiNbO₃基板6を張り合わせて構成される。

【0018】Si基板2は、半導体集積回路に通常用いられているように意図的にn型、p型として比抵抗を下げたものではなく、くし歯状電極5による直流的な漏れを防ぐために10Ωcm以上の高抵抗であることが好ましい。

【0019】LiNbO₃基板6の主面の面積は、Si基板2の主面の面積より小さい。例えば、LiNbO₃基板6の主面は、最低限弾性境界波が伝搬するために必要な有効な領域のみに張り付けられればよい。これによりSi基板2の主面のうち露出面7に、後述するアクティブ素子等の他の素子を搭載することが可能である。また、LiNbO₃基板6はSi基板2と比べ比較的高価であることから、圧電体基板材料を少なくできコストダウンを図ることができる。しかし、LiNbO₃基板6の主面の面積とSi基板2の主面の面積とを同じものとすることも可能であるし、LiNbO₃基板6の主面の面積をSi基板2の主面の面積より大きくすることも可能である。

【0020】既述したようにSi基板2およびLiNbO₃基板6は以下のカット面と伝搬方位を有する組み合わせのうちいずれかが採用される。

【0021】

- (4) Si基板 : [001] カットかつ<100>方位伝搬
 LiNbO₃ : 175° 回転YカットかつX方位伝搬
 (5) Si基板 : [110] カットかつ<110>方位伝搬
 LiNbO₃ : 19° 回転YカットかつX方位伝搬

誘電体膜4は、例えばSiO₂ が用いられる。これによりSi基板2の主面を酸化処理するだけでSiO₂ を形成することが可能となる。しかし、他の誘電体膜4を敢えて形成するようにしてもよい。

【0022】くし歯状電極5は、例えばAlが用いられる。しかし、他の導電性材料を用いることも可能である。くし歯状電極5は、例えば励振用の対向する一対のくし歯状電極8と受信用の対向する一対のくし歯状電極9とにより構成される。しかし、これらの電極をそれぞれ複数設けてもよい。また、くし歯状電極5の他に例えばこれらの電極を挟むように反射電極を設けてもよい。さらに、こうした電極ばかりでなく、例えばこれらの電極を挟むように吸音材を形成するようにしてもよい。要するに、本発明に係る弾性境界波デバイスは、例えば従来のSAWデバイスに代えて用いられるものであって、すなわちフィルタ、遅延線、共振器、発振器、アナログ信号処理用回路、増幅器、コンパルバメモリ等に用いられるが、くし歯状電極5等の構成はこれらの用途、仕様等に応じて適宜設計変更される。

【0023】次に、この弾性境界波デバイスの製造方法について説明する。

【0024】図7はその製造方法に係る一実施形態を説明するための図である。

【0025】まず、Si基板70上に例えば熱酸化処理により0.1~2μm程度のSiO₂膜71を形成する(図7(a))。

【0026】次に、SiO₂膜71に対し、例えばCDE (Cemical Dry Etching)によりくし歯状の溝72をパターンニングする(図7(b))。

【0027】次に、SiO₂膜71上を覆うように例えばスパッタ法によりAl膜73を成形する(図7(c))。

【0028】次に、Al膜73表面をSiO₂膜が現れるまで研磨する(図7(d))。

【0029】これにより、SiO₂膜71の溝72にAlを埋め込んだ電極(くし歯状電極74)が構成される。

【0030】次に、SiO₂膜71とくし歯状電極74が形成されたSi基板70の主面及びLiNbO₃基板75の主面を例えば過酸化アンモニア水により表面処理することにより、両者の表面を水酸化化する(図7(e))。

【0031】次に、Si基板70の主面とLiNbO₃基板75の主面とを対接させ、約300℃で1~2時間程度加熱する(図7(f))。

【0032】かかる熱処理により2種の基板表面にある

OH基同士が結合しH₂Oが遊離し、異種材料であるSi基板70とLiNbO₃基板75とを直接接合することができる。なお、加熱温度は、好ましくは約300℃であるが、100~1000℃の間とすることができる。100℃以下ではOH基同士が結合する反応を生じないし、1000℃以上では要素部材に熱的悪影響を及ぼす可能性があるからである。

【0033】このように異種材料間の直接接合が可能であることは江田等：「圧電材料の直接接合」信学技報US95-24, EMD95-20, CPM95-32, (1995-07), pp.31-38にも報告されている。Si基板とLiNbO₃基板とは上記以外の方法でも前記江田等の報告にあるように容易に接合することが可能である。

【0034】以上の製造工程を経て形成された弾性境界波デバイスでは、境界波を励振するためのくし歯型電極74をSi基板70上に形成することができるため通常の半導体デバイスの製造技術をそのまま転用することができる。

【0035】なお、上記製造方法では、SiO₂膜71とくし歯状電極74を予めSi基板70に形成する例を示したが、SiO₂膜71とくし歯状電極74をLiNbO₃基板75上に予め形成し、Si基板70と直接張り付ける方法でも同様の構造の弾性境界波デバイスを製造することができる。

【0036】また、本発明の弾性境界波デバイスにおけるくし歯型電極のその他の構成方法を図8に示す。

【0037】まず、Si基板80上にイオンミリング等の加工により0.1~2μm程度のくし歯状の溝81を形成する(図8(a))。

【0038】次に、溝81を覆うようにSi基板80上にAl膜82を例えばスパッタ法により形成する(図8(b))。

【0039】次に、Al膜82の表面をSi基板80表面が現れるまで研磨する(図8(c))。

【0040】これにより、Si基板80表面の溝81にAlを埋め込んだ電極(くし歯状電極83)が構成される。

【0041】次に、Si基板にアクティブ素子等の他の素子を搭載した例を示す。

【0042】図9はその一例を示しており、Si基板120主面の第1の領域121には、くし歯状電極(図示せず)が形成され、これを覆うようにLiNbO₃基板122が張り合わされている。Si基板120主面の露出領域である第2の領域123には、集積回路124が形成されている。これにより、例えばプログラマブルなフィルタ回路素子等の機能的なデバイスを1チップで構

成することができるようになる。

【0043】図10及び図11は図9に示した弾性境界波デバイスをプリント配線板上に実装した例をそれぞれ示している。

【0044】図10に示すように、弾性境界波デバイス131のSi基板132主面の第2の領域133には、ボンディングパッド134が形成されている。プリント配線板135上の所定の位置にこの弾性境界波デバイス131が搭載され、弾性境界波デバイス131のボンディングパッド134とプリント配線板135上の所定の位置に設けられたボンディングパッド136とがボンディングワイヤ137により接続されている。そして、これらを覆うようにポリイミドやエポキシ樹脂等により樹脂封止138がされている。

【0045】また、図11は別の例であり、同図に示すように、弾性境界波デバイス141のSi基板142には主面回路部より裏面のパッド143に通じるスルーホール144が形成されている。プリント配線板145上の所定の位置にこの弾性境界波デバイス141が搭載され、弾性境界波デバイス141のパッド143とプリント配線板145上の所定の位置に設けられたパッド146とが bumps 147により接続されている。そして、これらを覆うようにポリイミドやエポキシ樹脂等により樹脂封止148がされている。

【0046】本発明に係る弾性境界波デバイスは、例えばフィルタ、遅延線、共振器、発振器、アナログ信号処理回路、増幅器、コンバルバメモリ等に用いられる。そして、これらの弾性境界波デバイスを備えたフィルタ、遅延線、共振器等は、携帯電話、PHS、TV等に用いられる。

【0047】図12は携帯電話、PHS等の移動体通信装置の構成を示すブロック図である。同図に示すように、アンテナ151を介して受信した受信波は、アンテナ共用器152により受信系に分離される。分離された受信信号は、アンプ153により増幅された後、受信用バンドパスフィルタ154により所望の帯域が抽出され、ミキサ155に入力される。ミキサ155には、PLL発振器156により発振された局発信号が局発フィルタ157を介して入力されている。ミキサ155の出力は、IFフィルタ158、FM復調器159を介してスピーカ160より受信音として出力される。一方、マイク161より入力された送話音は、FM変調器162を介してミキサ163に入力される。ミキサ163には、PLL発振器164により発振された局発信号が入力されている。ミキサ163の出力は、送信用バンドパスフィルタ165、パワーアンプ166及びアンテナ共用器152を介してアンテナ151より送信波として出力される。

【0048】本発明に係る弾性境界波デバイスは、この移動通信装置の各部に使用することができる。例えば、

送信用バンドパスフィルタ165、受信用バンドパスフィルタ154、局発フィルタ157及びアンテナ共用器152には、本発明に係る弾性境界波デバイスがRF段のフィルタとして使われる。IFフィルタ158には、本発明に係る弾性境界波デバイスがチャンネル選局に不可欠な狭帯域のIF段のフィルタとして使われる。FM変調器162には、本発明に係る弾性境界波デバイスが音声のFM変調における共振子として使われる。

【0049】本発明に係る弾性境界波デバイスは、VTRやCATVに用いられるRFモジュレータの発振回路等にも用いることができる。その回路構成を図13に示す。図9に示したSi基板120主面の第1の領域121にくし歯状電極167を形成し、第2の領域123に回路部168を形成することで、この発振回路を1チップで構成することができる。

【0050】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の弾性境界波デバイスによれば、SAWデバイスと同等の機能を有し、プラスチックモールド等でチップを直接覆うことが可能で、さらに半導体プロセスをそのまま適用して製造することが可能でかつアクティブ素子等の他の素子を搭載することも可能となり、小型化及びコストダウンが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る弾性境界波デバイスの構成を示す分解斜視図である。

【図2】図1の正面図である。

【図3】図2のA-A矢視平面図である。

【図4】本発明に係る弾性境界波の位相速度の解析結果を示す図である。

【図5】本発明に係る弾性境界波の伝搬損失の解析結果を示す図である。

【図6】本発明に係る弾性境界波の電気機械結合係数の解析結果を示す図である。

【図7】本発明の弾性境界波デバイスの製造方法に係る一実施形態を説明するための工程図である。

【図8】本発明の弾性境界波デバイスにおけるくし歯型電極の他の構成方法を示す工程図である。本発明の弾性境界波デバイスの他の実施形態を示す正面図である。

【図9】本発明の弾性境界波デバイスの他の実施形態を示す斜視図である。

【図10】本発明の弾性境界波デバイスをプリント配線板上に実装した例を示す正面図である。

【図11】本発明の弾性境界波デバイスをプリント配線板上に実装した他の例を示す正面図である。

【図12】本発明の弾性境界波デバイスが用いられる移動体通信装置の構成を示すブロック図である。

【図13】本発明の弾性境界波デバイスが用いられるRFモジュレータの発振回路の回路図である。

【図14】SAWデバイスの基本的構成を示す斜視図で

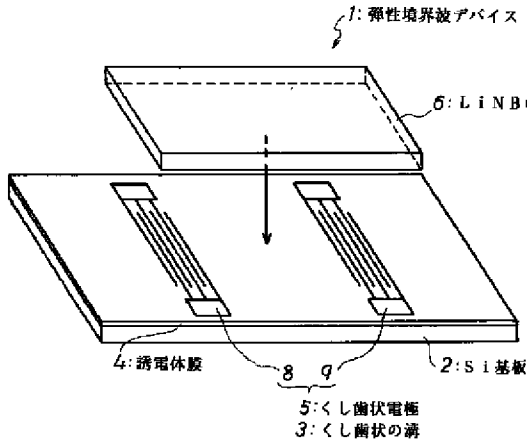
ある。

【符号の説明】

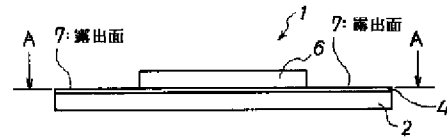
- 1 弾性境界波デバイス
2 第1の基板
3 くし歯状の溝

- 4 誘電体膜
5 くし歯状電極
6 LiNbO_3 基板
7 露出面

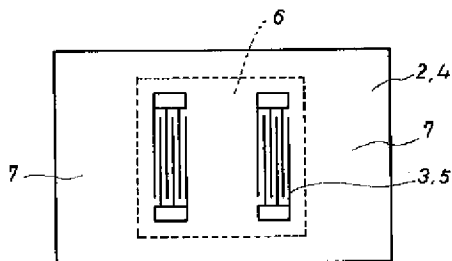
【図1】



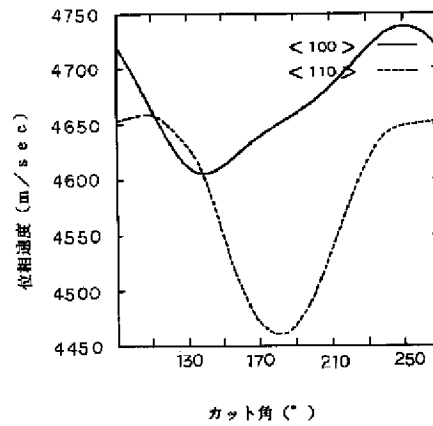
【図2】



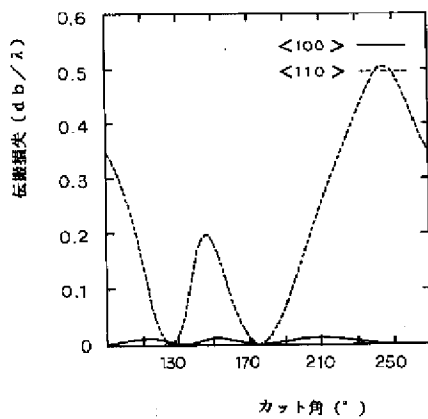
【図3】



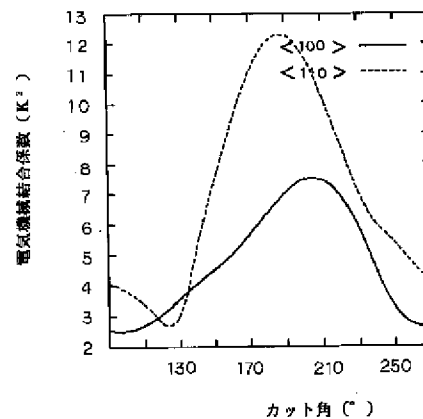
【図4】



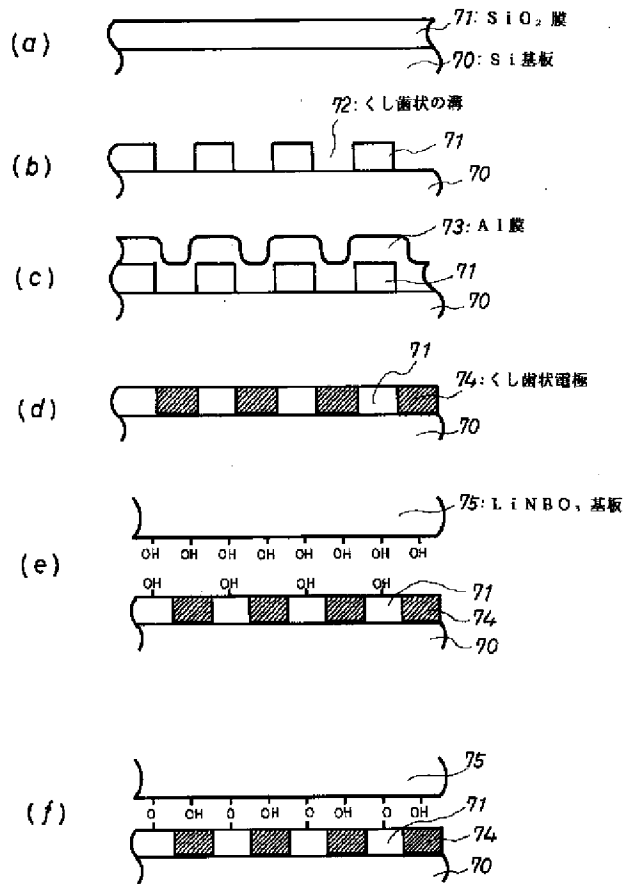
【図5】



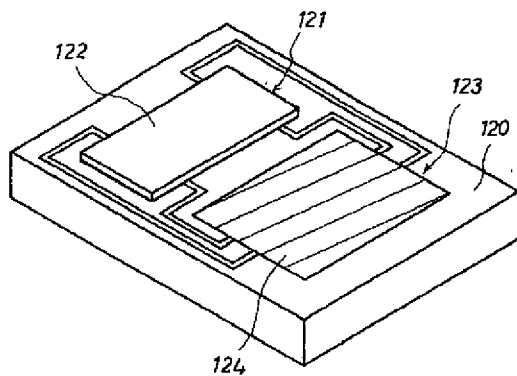
【図6】



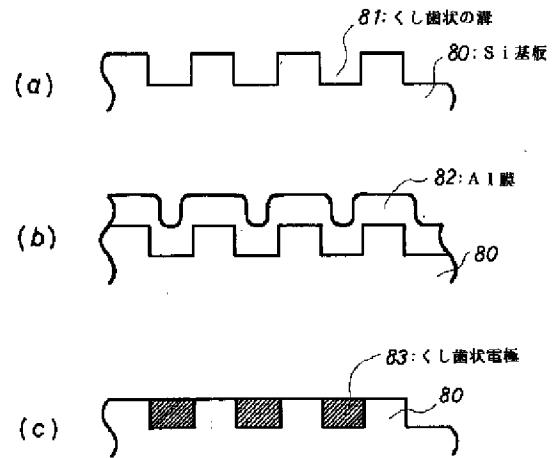
【図7】



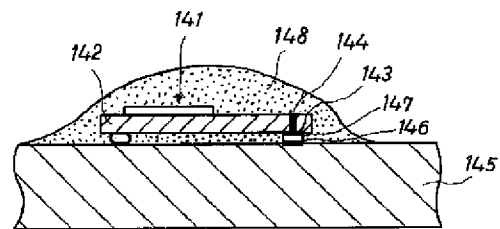
【図9】



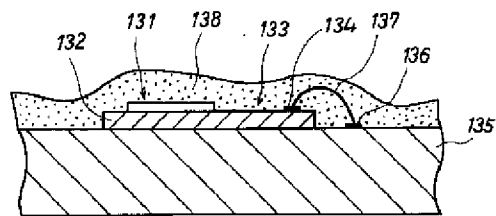
【図8】



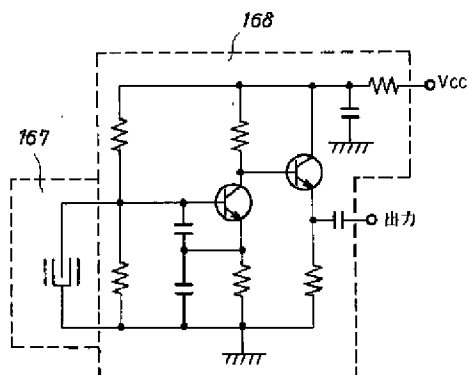
【図11】



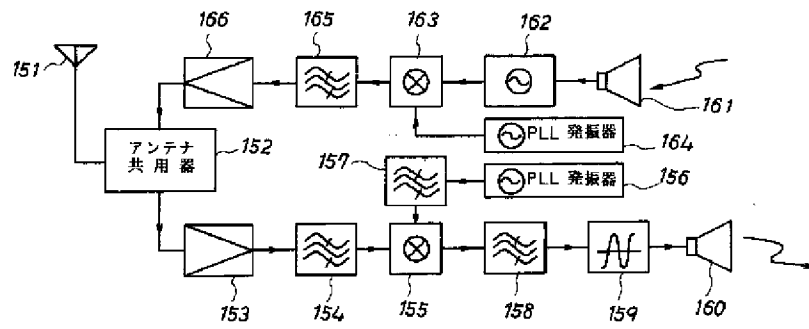
【図10】



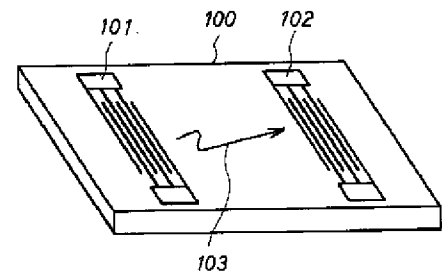
【図13】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 正恒
千葉県佐倉市宮ノ台3-10-4

(72)発明者 橋本 研也
千葉県船橋市二和西4-31-1-411